



TITLE:

Pseudoscalar Coupling and S-Wave Pion-Nucleon and Kaon-Nucleon Scattering(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Sugano, Reiji

CITATION:

Sugano, Reiji. Pseudoscalar Coupling and S-Wave Pion-Nucleon and Kaon-Nucleon Scattering. 京都大学, 1959, 理学博士

ISSUE DATE:

1959-03-23

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/210658>

RIGHT:

【 2 】

氏 名	菅 野 禮 司 <small>すが の れい じ</small>
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	理 博 第 1 0 号
学位授与の日付	昭 和 34 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
研究科・専攻	理 学 研 究 科 物 理 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	Pseudoscalar Coupling and S-Wave Pion-Nucleon and Kaon-Nucleon Scattering (擬スカラー結合とパイ中間子, 核子およびK—中間子—核子のS—波散乱)
論文調査委員	(主 査) 教 授 湯 川 秀 樹 教 授 小 林 稔 教 授 林 忠 四 郎

論 文 内 容 の 要 旨

人工パイ中間子の創生以来約10年になるが、その間、核子との反応についても詳しい実験データが集積せられてきた。初期の実験によるパイ中間子の相互作用の型の決定に引き続いて、核子による散乱についても約 300 Mev のエネルギーまで、S—波、P—波の位相のずれが知られている。一方、理論的にこれらの事実を説明するには多くの困難が存在する。すなわちパイ中間子、核子の相互作用が量子電磁力学の場合よりはるかに強いこと、反跳の効果を無視し得ないこと、さらに核子は重中間子、重核子とも強く相互作用していること等の事情で、パイ中間子に対するモデルが確立されても、実験と比べるべき結果を導く際に、信頼し得る妥当な近似法を見出すことが一般に非常に困難であった。それにもかかわらず、核力に関係する諸現象、中間子の核子によるP—波散乱等エネルギーが低くて、核子のまわりの中間子雲の比較的外側の部分が関与する現象については、重中間子の影響も無視でき、最近の場の理論の進歩とあいまって、半定量的に実験を説明できた。

ところが、中間子の核子によるS—波散乱については、低エネルギーの現象であるにもかかわらず、擬スカラー型の相互作用では、中間状態に核子対があらわれるために、非常に取り扱いが困難になり、多くの人々により種々の方法が試みられてきたが、いまだ満足な解決を見ていない。困難の第1の点は、核力とP—波散乱より求めた結合常数を使うと、S—波散乱が実験の約10倍も大きすぎる、第2の点は核子、中間子系の荷電スピンの1/2と3/2のおおのこの状態に対して、前者では位相のずれが正、後者では負である実験事実を説明しがたいことである。

菅野礼司は上述の第1の困難を詳細に分析することにより、近似法の改良によりその一つの解決法を見出した。すなわち、同じS—波の現象でありながら、光子によるパイ中間子生成の際にはほぼ実験を説明しうる、またK—中間子の核子による散乱で、擬スカラー結合をとれば、S—波散乱が大きい実験事実を説明し得るのに反して、パイ中間子と核子とのS—波散乱だけが異常に小さいことに着目した。そして、この場合高次補正が重要であるが、実際、結合常数の二次の項と四次の項が偶然消し合って散乱振幅を

小さくし得ることを見出した。計算はP一波散乱のときに成功を収めた F. Low の方程式に基づく方法で行なう。この方法により散乱振幅を求めると、入射中間子と放出中間子との間に存在する“交叉対称性”が自動的に保証せられており、互いに対称な関係にある過程からの寄与が消し合い、さらに二次の項と四次の項の大部分が消し合うことを示した。四次の項の残りの部分は、散乱の繰り返しの効果としてあらわすことができ、かくしてS一波散乱が異常に小さい事実を説明することが可能になる。なお、同様の手続きを、光子によるパイ中間子の生成、K-中間子の核子による散乱に適用して、ほぼ実験値を説明する結果を得て、この方法の妥当性を確かめている。

上述の困難の第2の点については、いまだ実験事実を説明するに至らず、さらに高次の補正の影響、および重中間子の影響を考慮する必要を示唆している。

しかしながら上に述べたように、主論文は従来の諸研究に一步ぬきこんでるものとして、今後S一波パイ中間子散乱の研究を進めて行く上に、重要な意味をもつものと思われる。

論文審査の結果の要旨

主論文は、擬スカラー相互作用をする荷電対称パイ中間子の核子によるS一波散乱を、Low方程式を用いて詳細に分析したものである。従来S一波パイ中間子の散乱は、核子対の関与する現象であり、中間子論の難問題の一つとして残されてきた。菅野礼司はS一波の関与する一連の現象——光子によるパイ中間子の生成、中性パイ中間子の光崩壊、K-およびパイ中間子の核子によるS一波散乱——を通観し、特にパイ中間子核子散乱に対してのみS一波散乱振幅が異常に小さいことに着目し、このことの原因を究明した。

すなわち、パイ中間子、核子の相互作用が強いために、散乱振幅の計算には結合常数の高次の効果を取り入れる必要があり、そのため Low 方程式を用いて結合常数について四次の項まで計算した。この方法によれば入射中間子と放出中間子の間に存在する“交叉対称性”が自動的に保証されるが、互いに対称な関係にある過程からの散乱振幅への寄与が打ち消し合い、さらに二次の項と四次の項が消し合って、結果を小さくし得ることを見出した。上述の諸現象のうち“交叉対称性”が存在するのは、パイ中間子の核子による散乱のみであるから、このような方法による説明は、はなはだ妥当なものと思われる。ただし核子、パイ中間子系の荷電スピンの1/2の状態、位相のずれが正である事実はいまだ説明し得てないので、さらに重中間子の影響、高次補正の影響を吟味する必要がある。以上この研究はS一波散乱を解明する上で従来の近似法を一步前進せしめ、特に交叉対称性の重要性を指摘した点、今後の研究の発展に寄与するところが大きい。

参考論文のその2、その3、その4はいずれもK-中間子と核子との反応を取り扱い、その相互作用の型を決めるのに貢献した。すなわちK-中間子、核子、重核子間の相互作用がスカラー型である場合について、Kおよび \bar{K} -中間子の核子による散乱を詳細に吟味し、スカラー型では実験事実の説明が困難であることを示した。これらの論文は主論文の先駆となったもので、菅野礼司がその共同研究者と協力して、着実な研究態度のもとに、複雑な問題をいかに分析したかを示す興味あるものである。

参考論文その5は荷電K-中間子と中性K-中間子との寿命の差を、電磁的な影響として説明しようとした興味ある仕事である。

参考論文その1はスカラー、スピノール束縛2粒子系に対する Bethe-Salpeter の方程式を解いて、その離散的固有値を求めたもので、物理的に興味があるだけでなく、菅野が数学に熟達していることを示すにたるものでもある。

要するに、菅野礼司は着実な研究態度により、中間子、核子属間の強い相互作用の解明に重要な貢献をした。特にその主論文はS-波パイ中間子の散乱現象の究明に今後大きな意義をもつものと認められる。よって、本論文は理学博士の学位論文としての価値を有するものと認められる。

〔主論文公表誌〕

Progress of Theoretical Physics, Vol. 22 (1959), No. 3

〔参 考 論 文〕

1. On the Bethe-Salpeter Equation for Scalar-Spinor Particle System
(スカラー—スピノール粒子系のベーテ—サルピーター方程式について)
(宗像康雄と共著)
公表誌 Progress of Theoretical Physics, Vol. 16 (1956), No. 5
2. Coupling Constant of Kaon-Nucleon Interaction, I
(K中間子—核子相互作用の結合定数I)
(小松沢 昶ほか1名と共著)
公表誌 Progress of Theoretical Physics, Vol. 20 (1958), No. 2
3. Coupling Constant of Kaon-Nucleon Interaction, II
(K中間子—核子相互作用の結合定数II)
(小松沢 昶ほか1名と共著)
公表誌 Progress of Theoretical Physics, Vol. 20 (1958), No. 2
4. Low Energy Kaon-Nucleon Reactions
(低エネルギーにおけるK中間子—核子反応)
(小松沢 昶ほか1名と共著)
公表誌 Progress of Theoretical Physics, Vol. 21 (1959), No. 1
5. θ 中間子の寿命について
公表誌 素粒子論研究第14巻(昭32)第1号